

REAR WHEEL STEERING GEAR FOR VEHICLE

Publication number: JP2283570

Publication date: 1990-11-21

Inventor: EDAHIRO TAKESHI; KANAZAWA HIROTAKA

Applicant: MAZDA MOTOR

Classification:

- international: **B62D7/14; B60G3/28; B62D7/14; B60G3/18; (IPC1-7): B62D7/14**

- european:

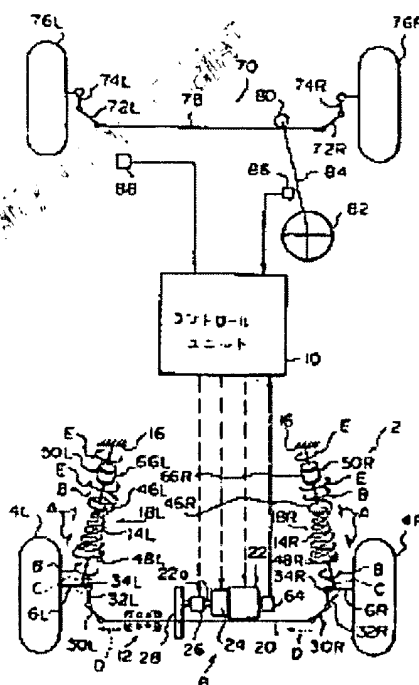
Application number: JP19890101997 19890421

Priority number(s): JP19890101997 19890421

Report a data error here

Abstract of JP2283570

PURPOSE: To provide the right and left steering with equal driving force required for rear wheel steering by fitting shock absorbers at a body through mount rubbers twisted in the specified direction. **CONSTITUTION:** A pair of shock absorbers 18L, 18R are fitted between a body and a pair of rear wheel supporting members 6L, 6R for supporting bilateral rear wheels 4L, 4R through mount rubbers 66L, 66R twisted so that the torque, retrorse to the torque acting from the shock absorbers 18L, 18R accompanied by the deformation of coil springs 14L, 14R due to the load imposed on the springs, acts upon the rear wheel supporting members 6L, 6R. With this fitting, the torque transmitted to the rear wheel supporting members from the shock absorbers is either prevented or reduced. The driving force, of steering gears 8, required for rear wheel steering is thereby equalized for the right and left steering, as well as an actuator for generating the driving force can be compacted.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑫ 公開特許公報(A) 平2-283570

⑮ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)11月21日

B 62 D 7/14

A

7721-3D

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 車両の後輪操舵装置

⑯ 特 願 平1-101997

⑰ 出 願 平1(1989)4月21日

⑱ 発 明 者 枝 広 毅 志 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
 ⑱ 発 明 者 金 沢 啓 隆 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
 ⑲ 出 願 人 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 柳田 征史 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

車両の後輪操舵装置

2. 特許請求の範囲

左右の後輪を支持する1対の後輪支持部材と、これら各後輪支持部材に連結され、前記各後輪を操舵する後輪操舵機構と、巻線方向同一の緩衝用コイルスプリングをそれぞれ備え、前記各後輪支持部材と車体との間に架設されてなる1対の緩衝装置とを備えた車両の後輪操舵装置において、

前記1対の緩衝装置のうち少なくとも一方が、ばね上荷重による前記コイルスプリングの変形に伴い該緩衝装置から前記後輪支持部材に作用するトルクの向きとは逆向きのトルクが前記後輪支持部材に作用するように振られたマウントラバーを介して車体に取り付けられていることを特徴とする車両の後輪操舵装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、車両の後輪操舵装置、特にその緩衝装置の取付構造に関するものである。

(従来技術)

前輪の操舵のみならず後輪の操舵をも行うように構成された4輪操舵車両等においては、例えば特開昭59-81273号公報に開示されているように、後輪操舵のための後輪操舵装置が設けられる。この後輪操舵装置は、一般に、各後輪支持部材に連結された後輪操舵機構を備えており、この後輪操舵機構の作動により各後輪の操舵を行うようになっている。後輪操舵機構の作動は機械的あるいは電気的駆動手段等によりなされるが、いずれの場合においても、操舵に要する駆動力を右方向操舵と左方向操舵とで均等にするため、車両直進時における後輪の向きを基準として上記作動がなされるようになっている。

さらに、上記後輪操舵装置は、後輪操舵機構による後輪操舵に異常が発生した場合のフェイルセー

ーフを図るべく、該後輪操舵機構をその作動の基準となる位置（すなわち中立位置）に向けて常時付勢する中立付勢手段を備えている場合が多い。このような中立付勢手段を備えた後輪操舵装置においては、該中立付勢手段の付勢力に抗して後輪を操舵する必要があるが、この操舵に要する最大駆動力を最小限に抑えるべく、上記中立付勢手段の付勢力は左右いずれの方向についても均等に設定されるのが普通である。

（発明が解決しようとする課題）

しかしながら、このように構成された後輪操舵装置を備えた車両を実際に走行させてみたところ、旋回走行性において左右不均等な現象が発生した。すなわち、後輪操舵機構による後輪操舵を行わない状態で車両を旋回走行させたときに車両に作用する横力に対して上記中立付勢手段がその付勢力により後輪操舵機構を中立位置に保持しておくことができる限界横力が、右旋回時と左旋回時とで明らかに異なる値を示したのである。

この結果について種々検討を加え、その原因を

追求したところ、後輪支持部材と車体との間に架設された緩衝装置の緩衝用コイルスプリングの変形に起因して上記現象が生ずるものであることが判明した。すなわち、上記コイルスプリングは、ばね上荷重により変形（一般に圧縮変形）するが、この変形に伴い該コイルスプリングは振り変形を起こそうとする。しかしながら、コイルスプリングの両端部は一般に緩衝装置のばね上側部分とばね下側部分とに固定されているため、上記振り変形が妨げられてばね上およびばね下間にトルクを生ずることとなる。この場合において、緩衝装置のばね上側部分は車体に固定されているので、上記トルクは、ばね下側部分から後輪支持部材に伝達され、この後輪支持部材をキングピン軸線まわりに回転させるモーメントとして作用することとなる。しかし、上記コイルスプリングは、従来、一般に、部品共通比の観点から、左右の緩衝装置共に巻線方向同一のものが用いられているため、上記モーメントは左右の後輪支持部材について同方向に作用し、これらを重畳したモーメントに対

抗する分だけ中立付勢手段から後輪操舵機構に付勢力が反力として作用することとなる。そして、この付勢力が作用している状態を基準に旋回走行時の横力が中立付勢手段に入力されるため、右旋回時と左旋回時とで限界横力に差異が生じたものである。

このように限界横力に左右差が生ずる場合には、小さい方の限界横力を所定の設定値まで引き上げるべく中立付勢手段の付勢力を大きくする必要があるが、このようにした場合には、この付勢力に打ち勝つ駆動力をもって後輪操舵を行うことが必要となるため、アクチュエータの大型化あるいは省エネルギーの要請に対する逆行等の弊害を生ずることとなる。

また、中立付勢手段を有しない後輪操舵装置にあっては、上記コイルスプリングに起因するモーメントにより後輪が左右いずれかに傾いた状態を基準に後輪操舵がなされることとなるため、右方向操舵と左方向操舵とで操舵に要する駆動力が異なったものとなり、しかも直進時においてもアク

チュエータの作動が必要となり、この場合にも上記弊害を生ずることとなる。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、後輪操舵に要する駆動力を右方向操舵と左方向操舵とで均等にすることあるいは均等な値に近づけることのできる車両の後輪操舵装置を提供することを目的とするものである。

（課題を解決するための手段）

本発明による車両の後輪操舵装置は、従来発生していた上記のような左右差が緩衝用コイルスプリングに起因するものであることが解明できたことに鑑み、緩衝装置の車体への取付けを所定方向に振られたマウントラバーを介して行うことにより、ばね上荷重によるコイルスプリングの変形に伴う緩衝装置から後輪支持部材へのトルク伝達を防止あるいは低減するようにし、もって上記目的達成を図るようにしたものである。すなわち、左右の後輪を支持する1対の後輪支持部材と、これら各後輪支持部材に連結され、前記各後輪を操舵する後輪操舵機構と、巻線方向同一の緩衝用コイ

ルスプリングをそれぞれ備え、前記各後輪支持部材と車体との間に架設されてなる1対の緩衝装置とを備えた車両の後輪操舵装置において、前記1対の緩衝装置のうち少なくとも一方が、ばね上荷重による前記コイルスプリングの変形に伴い該緩衝装置から前記後輪支持部材に作用するトルクの向きとは逆向きのトルクが前記後輪支持部材に作用するように振られたマウントラバーを介して車体に取り付けられていることを特徴とするものである。

(作 用)

上記構成に示すように、1対の緩衝装置のうち少なくとも一方が、ばね上荷重によるコイルスプリングの変形に伴い該緩衝装置から後輪支持部材に作用するトルクの向きとは逆向きのトルクが後輪支持部材に作用するように振られたマウントラバーを介して車体に取り付けられているので、このように振られたマウントラバーを介して車体に取り付けられている緩衝装置から後輪支持部材に伝達されるトルクを防止あるいは低減することが

できる。

(発明の効果)

したがって、本発明によれば、後輪操舵機構による後輪操舵に要する駆動力を右方向操舵と左方向操舵とで均等にすることあるいは均等な値に近づけることができる。そして、これにより、上記駆動力を発生するアクチュエータの小型化および省エネルギー化を図ることができる。

また、中立付勢手段を備えた後輪操舵装置においては、中立付勢手段の所要付勢力を小さくすることができるので、この点からも上記駆動力を発生するアクチュエータの小型化および省エネルギー化を図ることができる。

(実 施 例)

以下添付図面を参照しながら本発明の実施例について詳述する。

第1図は、本発明に係る車両の後輪操舵装置の一実施例を示す全体構成図である。

後輪操舵装置2は、前輪操舵に応じて後輪をも操舵する4輪操舵装置の一部を構成するものであ

って、左右の後輪4L、4Rを支持する1対の後輪支持部材6L、6Rと、これら各後輪支持部材6L、6Rに連結され、各後輪4L、4Rを操舵する後輪操舵機構8と、この後輪操舵機構8の作動を制御するコントロールユニット10と、上記後輪操舵機構8と連係して設けられ、該後輪操舵機構8をその操舵の基準となる位置（中立位置）に常時付勢する中立付勢手段12と、巻線方向同一の緩衝用コイルスプリング14L、14Rをそれぞれ備え、各後輪支持部材6L、6Rと車体16との間に架設されてなる1対の緩衝装置18L、18Rとを備えてなっている。

後輪操舵機構8は、後輪操舵ロッド20と、この後輪操舵ロッド20を中立付勢手段12の付勢力に抗して中立位置からその軸方向（車幅方向）に変位させるサーボモータ22と、このサーボモータ22の出力軸22aに設けられたブレーキ24およびクラッチ28と、サーボモータ22の駆動力を後輪操舵ロッド20に伝達する減速機構28とを備えてなっている。

後輪操舵ロッド20は、車幅方向に延設され、そ

の両端部が左右のタイロッド30L、30Rを介して左右の後輪支持部材6L、6Rのナックルアーム32L、32Rに連結されてなり、該後輪操舵ロッド20が車幅方向に変位することにより後輪支持部材6L、6Rをキングピン軸線34L、34Rまわりに回転させて後輪4L、4Rを操舵するようになっている。

サーボモータ22は、ステップモータであって、第2図に示すように、その出力軸22aが、歯車列28aとボールねじ28bとからなる減速機構28を介して後輪操舵ロッド20に連結され、第1図に示すように、コントロールユニット10からの制御信号により作動して、後輪操舵ロッド20を中立付勢手段12の付勢力に抗して中立位置から変位させるようになっている。このサーボモータ22の出力軸22aには、該出力軸22aの回転に制動を加えるブレーキ24が設けられ、このブレーキ24の作動により、出力軸22a（ひいては後輪操舵ロッド20）をロックして該後輪操舵ロッド20を所定の変位状態に保持することができるようになっている。このブレ

ークキ24の作動は、コントロールユニット10によって制御される。

クラッチ26は、サーボモータ22の出力軸22aと歯車列28aとの間に設けられ、所定の異常発生時、後輪操舵ロッド20とサーボモータ22との連結を解除し、これにより中立位置から変位した後輪操舵ロッド20を中立付勢手段12の付勢力によって中立位置に復帰させるようになっている。このクラッチ26の作動は、コントロールユニット10によって制御される。

中立付勢手段12は、後輪操舵ロッド20に付設され、第3図にその断面を詳細に示すように、車体16に固定されたケーシング36を有し、このケーシング36内には1対のばね受け38A、38Bが遊嵌されて、これらばね受け38A、38Bの間に圧縮ばね40が配設されている。上記後輪操舵ロッド20はケーシング36を貫通して延び、この後輪操舵ロッド20には1対の臂部20a、20bが間隔をおいて形成され、該臂部20a、20bにより上記ばね受け38A、38Bを受止する構成とされており、後輪操舵ロ

ッド20は圧縮ばね40によってつねに所定の中立位置（すなわち、後輪4L、4Rが舵角零の直進状態となる位置）に向けて付勢されている。上記圧縮ばね40は、旋回走行時の横力に打ち勝つだけのばね力を備えたものとされている。

緩衝装置18L、18Rは、第4図に右側の緩衝装置18Rを示すように（左側の緩衝装置18Lについても同様である）、マクファーソンストラット式サスペンション装置42R（右側については図示せず）のストラット部分を構成している。

緩衝装置18Rは、緩衝用コイルスプリング14Rを備えていることはすでに述べたとおりであるが、これ以外にダンパ44Rを備えてなっている。上記コイルスプリング14Rは、上部ばね受け46Rおよび下部ばね受け48Rにより上下両側から挟持されており、上部ばね受け46Rは、ダンパ44Rのピストンロッド44aRの上端部にボルト係合により固定される一方、下部ばね受け48Rは、ダンパ44Rのシリンダ44bRに固設されている。そして、緩衝装置18Rは、ピストンロッド44aRの上端部に

においてマウント50Rを介して車体16にボルト結合により固定される一方、シリンダ44bRに固設された取付ブラケット52Rを介してナックル54Rにボルト結合により固設されている。

このナックル54Rは、後輪支持部材6Rの一部を構成するものであって、該後輪支持部材6Rは、上記ナックル54Rと、後輪4Rを回転可能に支持する車軸56Rとからなっている。ナックル54Rの下端部には、車体16に固定されたサブフレーム58に揺動可能に支持されたロアアーム60Rの先端部がボールジョイント62Rを介して連結されている。なお、第1図において、タイロッド30Rに連結されているナックルアーム32Rは、上記ナックル54Rと一体的に形成されている。

第5図は、緩衝装置18Rの車体16への取付構造を詳細に示す断面図である。

緩衝装置18Rはマウント50Rを介して車体16に取り付けられているが、このマウント50Rは、内周部が緩衝装置18Rの上部ばね受け46Rに固着されたドーナツ状のマウントラバー66Rと、この

マウントラバー66Rの外周部に固着されたリング部材68Rと、このリング部材68Rの上面に固設されたフランジ部材70Rとを備えてなり、リング部材68Rの下面には該リング部材68Rおよびフランジ部材70Rを貫通して上方に延びる複数本のボルト72Rが固設されている。そして、これらボルト72Rを車体16の取付孔に挿通してナット74Rで固定することにより緩衝装置18Rの車体16への取付けがなされるようになっている。

第6図に模式的に示すように、マウント50Rに設けられた4本のボルト72Rの配置は、車体16に形成された4つの取付孔16aの真下ではなく、所定角度左回りにずれた位置に配されるようになっている。そして、緩衝装置18Rを車体16に取り付ける際、マウント50Rのフランジ部材70Rを図中矢印E'で示すように右回りに所定角度回転させた状態で車体16への取付けがなされるようになっている。なお、左側の緩衝装置18Lについても同様の取付けがなされている。このようにして取付けを行うことにより、弾性体たるマウントラバー

66Rには振り変形が生じ、このマウントラバー60R内に図中破線の矢印Eで示す方向の剪断応力が生じ、これにより、第1図に示すように、マウントラバー66L、66Rから車体16および緩衝装置18L、18Rに対して矢印Eで示すトルクを作用させるようになっている。

このようなトルクを作用させるようにしたのは以下の理由によるものである。

すなわち、上記コイルスプリング14L、14Rは、緩衝装置18L、18Rに作用するばね上荷重により図示矢印A方向に圧縮変形するが、この変形に伴い該コイルスプリング14L、14Rは振り変形を起こそうとする。しかしながら、コイルスプリング14L、14Rの両端部は該コイルスプリング14L、14Rが不用意に回転しないように上部ばね受け46L、46Rと下部ばね受け48L、48Rとで回止めがなされているため、上記振り変形が妨げられればね上およびばね下間にトルクを生ずることとなる。このトルクは、左右のコイルスプリング14L、14Rの巻線方向が互いに同一（右ねじ方向）である

ため、図中矢印Bで示すように、互いに向きが同一になる。この場合において、上部ばね受け46L、46Rはマウント50L、50Rを介して、車体16に固定されているので、上記トルクは、下部ばね受け48L、48Rから後輪支持部材6L、6Rに伝達され、この後輪支持部材6L、6Rをキングピン軸線34L、34Rまわりに回転させる図示C方向のモーメントとして作用し、これにより後輪操舵ロッド20は図示D方向に付勢されることとなる。しかしながら、本実施例においては、緩衝装置18L、18Rの車体16への取付けが所定方向に振られたマウントラバー66L、66Rを介してなされており、これにより該マウントラバー66L、66Rから緩衝装置18L、18Rには図示矢印E方向のトルクが作用しているので、緩衝装置18L、18Rから後輪支持部材6L、6Rに伝達されるトルクの大きさは、コイルスプリング14L、14Rの変形に伴い緩衝装置18L、18Rから後輪支持部材6L、6Rに作用する矢印B方向のトルクの大きさからマウントラバー66L、66Rの弾性力による矢印E方向のトル

クの大きさを差し引いたものとなる。したがって、上記矢印E方向のトルクの大きさが矢印B方向のトルクの大きさと等しくなるように予めマウントラバー66L、66Rの振り変形量を設定しておけば、緩衝装置18L、18Rから後輪支持部材6L、6Rへの伝達トルクを零にすることができ、これにより、キングピン軸線34L、34Rまわりの矢印C方向のモーメントさらには後輪操舵ロッド20に対する矢印D方向の付勢力を零にすることができる。

なお、上記キングピン軸線34Rとは、第4図において、マウント50Rの中心とボールジョイント82Rの中心とを結ぶ直線をいう（キングピン軸線34Lについても同様である）。

第1図に示すように、コントロールユニット10は、上記サーボモータ22、ブレーキ24およびクラッチ26の作動制御を行うものであることはすでに述べたとおりであるが、このコントロールユニット10による制御は、同図に示すように、後輪操舵装置2が4輪操舵装置の一部を構成するものであることから、所要の4輪操舵機能を果たすべく行

われるようになっている。

4輪操舵装置は、後輪操舵装置2のほかに、前輪操舵機構70と、走行条件に応じた適切な後輪操舵制御のためにコントロールユニット10へ種々の情報を送る各種センサとを備えてなっている。

前輪操舵機構70は、車幅方向に延設され、両端部が左右のタイロッド72L、72Rおよびナックルアーム74L、74Rを介して左右の前輪76L、76Rに連結されたラック78と、一端部にラック78と啮合するピニオン80が設けられるとともに他端部にステアリングホイール82が設けられたステアリングシャフト84とからなり、ステアリングホイール82のハンドル操作により、ラック78を車幅方向に変位させて前輪76L、76Rを操舵するようになっている。

コントロールユニット10による後輪操舵制御は、車速感応で行われるようになっており、車速に応じた操舵比（後輪舵角／前輪舵角）の変更の一例としては第7図に示すような場合がある。同図に示す制御特性を付与したときには、前輪舵角に対

する後輪舵角は、車速が大きくなるに従って同位相方向へ変化することとなり、このようすを第8図に示す。

このような後輪操舵制御をなすべく、第1図に示すように、コントロールユニット10には、ハンドル舵角センサ86、車速センサ88、および上記サーボモータ22の回転位置を検出するロータリエンコーダ84からの信号が入力され、コントロールユニット10では、ハンドル舵角(理論的に前輪舵角と等しい)と車速とに基づいて目標後輪舵角を演算し、必要とする後輪操舵量に対応する制御信号がサーボモータ22に出力される。そして、サーボモータ22の作動が適正になされているか否かをロータリエンコーダ84によって常時監視しつつ、つまりフィードバック制御の下で後輪の4L、4Rの操舵がなされるようになっている。

コントロールユニット10における後輪操舵の制御例について、第9図のフローチャートを参照しながら説明する。なお、以下の説明でPはステップを示す。

って後輪4L、4Rが確実に中立位置へ復帰するのを待つためであり、またP11でクラッチ26を接続するのは、ブレーキ24をも利用した中立位置の保持を行うためである。

以上詳述したように、本実施例によれば、左右の緩衝装置18L、18Rが、ばね上荷重によるコイルスプリング14L、14Rの変形に伴い該緩衝装置18L、18Rから後輪支持部材6L、6Rに作用するトルクに対して向きが逆で大きさの等しいトルクが後輪支持部材6L、6Rに作用するように振られたマウントラバー66L、66Rを介して車体18に取り付けられていることにより、緩衝装置18L、18Rから後輪支持部材6L、6Rへのトルク伝達を防止するようになっているので、後輪操舵機構8による後輪操舵に要する駆動力を右方向操舵と左方向操舵とで均等にすることができる。そして、旋回走行時等において中立付勢手段12が後輪操舵ロッド20を中立位置に保持しうる限界横力に左右差がなくなるので、該中立付勢手段12のばね力を小さく設定することができ、これにより、サーボ

イグニッションキースイッチのONと共に制御が開始され、まず、P1でブレーキ24が解除され、P2でクラッチ26の接続が行われた後、P3でセンサ84、86、88からの信号が読み込まれる。

P3の後、P4において、後輪操舵機構8の一部に故障が発生したか否か、例えばモータ22の駆動制御を正常に行うことのできないような故障が発生したか否かが判別される。このP4の判別でNOのときは、車速と舵角とを第7図(第8図)の操舵比特性に照して、目標操舵角 θR が決定される。この後は、P6において、上記 θR が出力される(フィードバック制御)。

前記P4の判別でYESのときは、P7においてクラッチ26が切断される。これにより中立付勢手段13によって後輪4L、4Rが中立位置とされる。この後、P8においてブレーキ24を締結した後、P9においてモータ22への電源を遮断する。そして、P10において、所定時間経過したことを確認した後、P11でクラッチ26が接続される。上記P10の処理は、P7でのクラッチ26の切断によ

モータ22の小型化および省エネルギー化を図ることができる。

なお、本実施例においては、左右のマウントラバー66L、66Rの振り変形量を互いに等しく設定したが、両マウントラバー66L、66Rの振り変形により生ずるトルクの総和が両コイルスプリング14L、14Rの変形に伴って生ずるトルクの総和に等しいものであれば、両マウントラバー66L、66R間の振り変形量の割合は任意に設定しても本実施例と同様の作用効果を得ることができる。

また、上記総和が等しくない場合には、後輪操舵機構8による後輪操舵に要する駆動力を右方向操舵と左方向操舵とで均等にすることはできないが、両マウントラバー66L、66R(またはそのいずれか一方)の振り変形により生ずるトルクにより上記駆動力を左右均等な値に近づけることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る車両の後輪操舵装置の一実施例を示す全体構成図、

第2図は上記実施例の後輪操舵機構を示す構成図、

第3図は上記実施例の中立付勢手段を示す詳細断面図、

第4図は上記実施例の緩衝装置を備えたリヤサスペンション装置を後方から見て示す図、

第5図は上記実施例の緩衝装置の車体への取付構造を詳細に示す断面図、

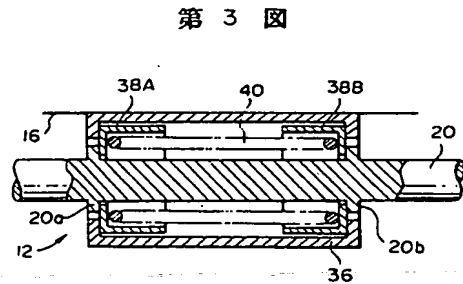
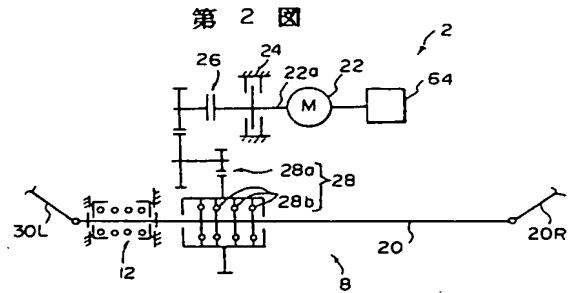
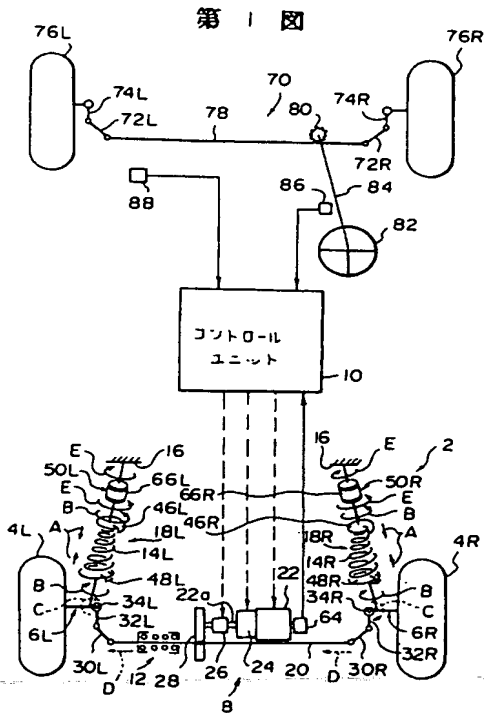
第6図は上記実施例の緩衝装置の車体への取付構造を示す模式図、

第7および8図は上記実施例に係る後輪操舵装置を構成要素の一部とする4輪操舵装置の作用を示す特性図、

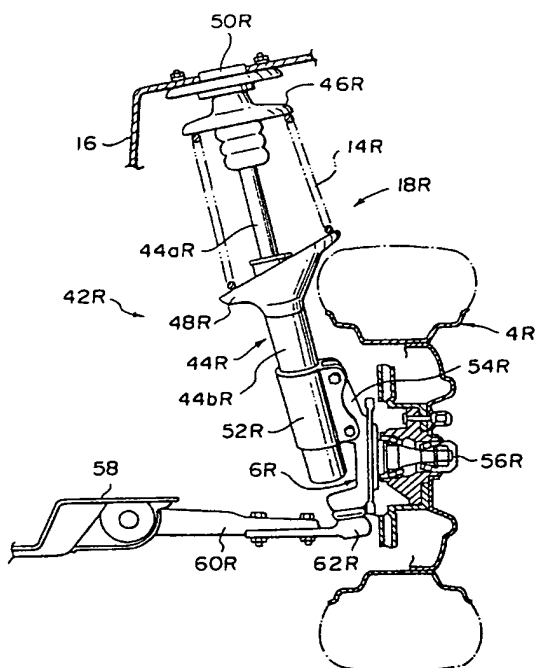
第9図は上記実施例のコントロールユニットによる制御例を示すフローチャートである。

- 2…後輪操舵装置 4 L, 4 R…後輪
6 L, 6 R…後輪支持部材
8…後輪操舵機構 12…中立付勢手段
14 L, 14 R…緩衝用コイルスプリング

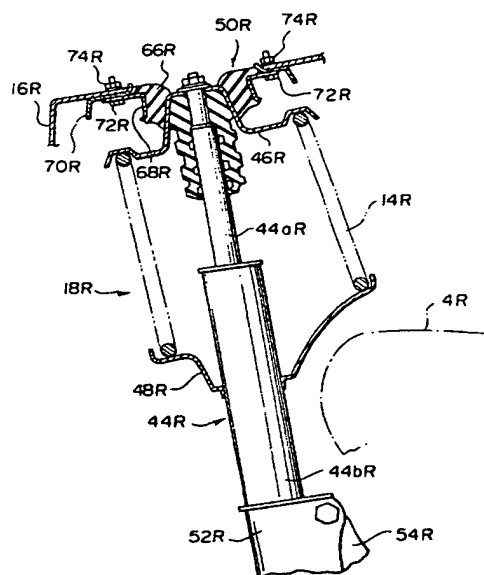
- 16…車体 18 L, 18 R…緩衝装置
20…後輪操舵ロッド 50 L, 50 R…マウント
66 L, 66 R…マウントラバー



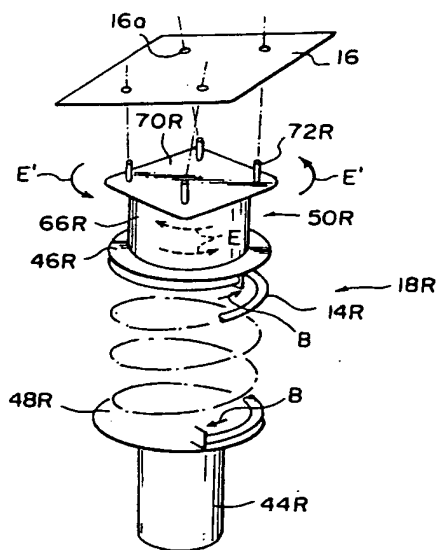
第 4 図



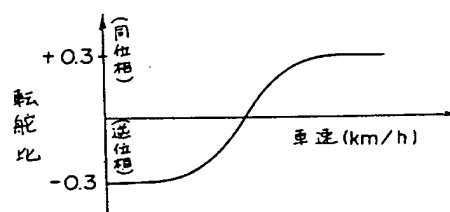
第 5 図



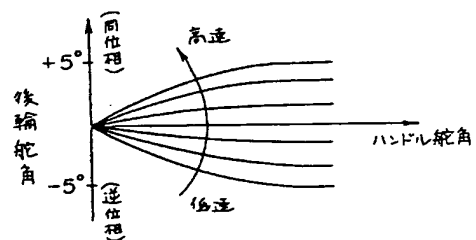
第 6 図



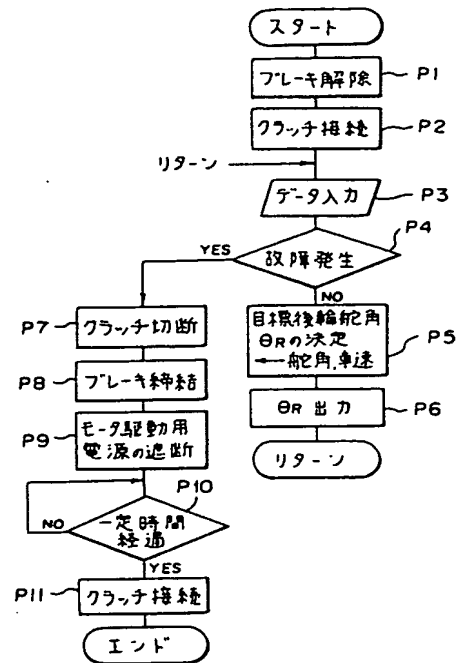
第 7 図



第 8 図



第 9 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)